Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région de la capitale nationale | Avis scientifique 2013/017

CADRE D'ÉVALUATION DES EXIGENCES RELATIVES AU DÉBIT ÉCOLOGIQUE NÉCESSAIRE POUR SOUTENIR LES PÊCHES AU CANADA

Figure 1 : Carte des différentes régions du MPO au Canada.

Contexte :

Les ressources d'eau douce sont de plus en plus menacées par les activités anthropiques, et l'accroissement de la demande en eau des sociétés a entraîné la modification graduelle du débit des rivières et des cours d'eau au Canada (figure 1). L'extraction d'eau et la modification du débit peuvent avoir des répercussions sur les attributs physiques des rivières et entraîner des changements écologiques qui peuvent avoir des répercussions sur les pêcheries canadiennes.

Afin de mieux gérer les pêcheries canadiennes de manière durable, le Secteur de la gestion des écosystèmes et des pêches du Ministère a demandé des directives et du soutien scientifique concernant les outils scientifiques destinés à évaluer les répercussions de la modification du débit sur les pêches. Ceci permettra de mieux comprendre les différentes méthodologies et d'informer les décideurs et les Canadiens et leur faire mieux comprendre les compromis possibles et les divers scénarios de gestion.

Le but du présent rapport est d'offrir des conseils techniques aux gestionnaires et aux décideurs de Pêches et Océans Canada (MPO), afin qu'ils puissent :

1) *Distinguer et commenter l'utilisation d'une terminologie potentiellement contradictoire;*
2) *Résumer et évaluer les méthodologies et les approches actuelles en matière d'évaluation des débits;*
3) *Examiner les méthodologies utilisées dans différentes administrations au Canada;*
4) *Proposer un cadre général pour l'évaluation des exigences relatives au débit écologique nécessaire pour soutenir les pêches au Canada.*

Les pêches, y compris les communautés écologiques dont elles dépendent, se sont adaptées à la variabilité

naturelle inhérente des écosystèmes fluviaux (le « régime naturel des débits ») dans lesquels elles prennent place. Des altérations très importantes au débit des rivières ont de fortes chances de nuire à l'écosystème propice à ces pêches. Afin de soutenir les pêches qui dépendent de ces écosystèmes aquatiques, ces liens écologiques avec le débit des rivières doivent être reconnus et gérés.

Les difficultés particulières pour fournir cette orientation dans le contexte canadien sont (i) la grande diversité des écosystèmes fluviaux (ii) l'accès limité à de nombreux sites fluviaux aux fins d'une évaluation exhaustive, (iii) les données incomplètes dans de nombreuses situations. Compte tenu de ces difficultés, plusieurs experts canadiens et internationaux ont examiné les ouvrages scientifiques, et un cadre général pour l'évaluation technique des débits écologiques pour les pêches a été formulé. Le présent avis scientifique se concentre sur la gestion des altérations distinctes et définissables faites au débit des rivières.

Le présent avis scientifique découle de la réunion du processus d'examen par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) de Pêches et Océans Canada portant sur une approche normalisé d'évaluation des besoins en débits des cours d'eau au Canada, qui s'est tenue du 6 au 8 mars 2012. La portée de ce document a été renforcée et certains termes ont été modifiés pour rendre compte des modifications récentes apportées à la Loi sur les pêches (projet de loi C-38, juin 2012). Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée lorsqu'elle sera disponible sur le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO.

SOMMAIRE

- Les écosystèmes fluviaux sont l'hôte de nombreuses pêches pour lesquelles le Ministère dispose d'un mandat réglementaire, notamment en ce qui concerne les pêches commerciales, récréatives et autochtones (CRA). Les pêches qui dépendent du régime naturel des débits comprennent (sans s'y limiter) de nombreuses pêches importantes, notamment du saumon de l'Atlantique, de six espèces de saumon du Pacifique, de l'esturgeon jaune et de l'esturgeon noir, de l'omble chevalier, de l'anguille d'Amérique, de l'alose et du gaspareau, de la truite Dolly Varden, de l'omble de fontaine anadrome, etc.
- Cet examen scientifique porte essentiellement sur les « exigences relatives au débit écologique nécessaire pour soutenir les pêches ». Le présent avis scientifique (AS) offre des conseils au sujet de la gestion des « régimes des débits et des niveaux d'eau requis pour maintenir les fonctions écologiques d'un plan d'eau et de l'habitat dans lequel les pêches prennent place. ».
- La portée de ce cadre concerne l'application de la *Loi sur les pêches* et a pour but d'orienter l'évaluation des débits écologiques nécessaires au soutien d'une *pêche* (récréative, commerciale ou autochtone), y compris les pêches potentielles.
- *Les ouvrages scientifiques appuient le fait que les régimes de débit naturels sont essentiels au soutien de la santé des écosystèmes fluviaux et des pêches qui en dépendent. Les écosystèmes fluviaux et les pêches dans lesquelles elles prennent place sont exposés à un risque accru en raison de l'accroissement des modifications aux régimes de débit naturels.*
- La probabilité de dégradation des écosystèmes dont dépendent les pêches augmente avec l'augmentation des modifications des conditions de débit naturel. Par conséquent, l'évaluation des modifications aux régimes des débits doit être envisagée de manière cumulative et non pas seulement au cas par cas.
    - Les modifications cumulatives du débit d'une amplitude inférieure à 10 % du débit réel (instantané) d'une rivière en fonction du « régime naturel des débits » présentent une faible probabilité de répercussions détectables sur les écosystèmes qui soutiennent les pêches commerciales, récréatives ou autochtones. De tels projets peuvent être évalués en examinant les données existantes à l'aide de méthode dites « de bureau ».

- Les modifications cumulatives du débit qui entraînent des débits instantanés inférieurs à 30 % du débit moyen annuel présentent un risque accru de répercussions sur les pêches.

- Pour une utilisation cumulative de l'eau supérieure à 10 % du débit instantané ou entraînant des débits inférieurs à 30 % du débit moyen annuel, il est recommandé d'évaluer avec plus de rigueur les répercussions potentielles sur les fonctions de l'écosystème dont dépendent les pêches. Pour les besoins du présent avis scientifique et pour servir de base à l'évaluation des répercussions des modifications de régime des débits sur les pêches, on recommande de disposer d'un minimum de 20 ans de données sur le régime des débits d'une rivière afin d'établir le « régime naturel des débits ». Ces données peuvent être obtenues grâce à l'analyse des éléments suivants :
  - **Les conditions naturelles inchangées**
  - **Les conditions actuelles** (utiliser les conseils techniques existants provenant de différentes administrations lorsqu'ils existent).
- Un « régime naturel des débits » s'entend d'un *régime des débits qui n'est affecté que par la variabilité des flux hydrologiques entrants et sortants (précipitations, évaporation) et par la retenue naturelle de l'eau (comme les eaux souterraines) et pour lequel la réponse sur le plan de l'amplitude, de la période, de la durée et de la fréquence des événements reste inchangée face aux répercussions de l'activité humaine.*
- Si le « régime naturel des débits » doit être calculé à l'aide de modélisations hydrologiques, on recommande d'utiliser les données dont l'échelle temporelle est la plus fine possible. Dans la plupart des situations, cela correspondra aux données de débit journalier, mais dans certains cas (p. ex. des projets hydroélectriques), des données horaires pourraient être préférables.
- Un seuil ou une limite doit être intégrée à la prescription générale visant à conserver et à protéger les pêches et ne doit pas simplement être envisagée dans des périodes de faible débit. Certaines instances au Canada ont mis en place des méthodologies visant à préciser cette limite. En général, l'élaboration d'une telle orientation stratégique est encouragée (se reporter à Linnansaari *et al.* 2013 pour obtenir de plus amples renseignements au sujet des diverses instances canadiennes).
- En raison de l'incertitude inhérente à de nombreuses méthodologies décrites en matière de débit écologique, on recommande le recours à la gestion adaptative basée sur des suivis sur une longue période (processus basé sur l'approche méthodologique BACI, Before/After/Control/Impact) comportant plusieurs sites comme contrôle.
- La science de l'évaluation des débits écologiques nécessaires pour soutenir les pêches est en constante évolution. Il est recommandé que les conseils techniques du présent document soient réexaminés périodiquement de façon à s'assurer qu'ils reflètent les connaissances scientifiques actuelles (p. ex. cinq ans).
- Étant donné le caractère incertain des relations clés entre le débit et les ressources aquatiques, une enquête scientifique plus poussée des modifications à l'échelle de l'écosystème touchant les pêches soumises à une modification du débit est recommandée. L'objectif de cette recherche devrait être de définir les critères d'évaluation du débit écologique afin de mieux éclairer les décisions en matière de gestion des pêches et d'élaboration des politiques et des orientations.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

Les écosystèmes fluviaux sont l'hôte de nombreuses pêches pour lesquelles le Ministère dispose d'un mandat réglementaire et d'un mandat de gestion, notamment en ce qui concerne les pêches potentielles futures. Des exemples de pêches commerciales, récréatives et autochtones qui dépendent du régime naturel des débits comprennent de nombreuses espèces importantes, notamment le saumon de l'Atlantique, six espèces de saumon du Pacifique (saumon rouge, quinnat, coho, kéta, rose et arc-en-ciel), les ombles de rivière (omble chevalier, Dolly Varden, omble à tête plate), l'anguille d'Amérique, l'esturgeon jaune et l'esturgeon noir, l'omble de fontaine anadrome, l'alose, le gaspareau et l'eulakane (compilation non exhaustive).

De nombreux écosystèmes fluviaux sont de plus en plus menacés par les activités anthropiques, autant en ce qui concerne les projets impliquant une soustraction d'une certaine quantité du débit (p. ex. l'irrigation) que la modification dans la l'hydrogramme annuel sans soustraction d'eau (p. ex. l'hydroélectricité). L'accroissement de la demande en eau des sociétés a entraîné d'importantes modifications au débit des rivières au Canada. Ces modifications au débit peuvent être directement liées aux impacts sur les caractéristiques physiques des rivières, qui ont entrainé subséquemment des changements écologiques. En plus de la demande accrue en eau, les valeurs écologiques, sociales et culturelles associées aux rivières sont de plus en plus reconnues. Compte tenu des nombreux besoins concurrents en eau, il est nécessaire d'élaborer des lignes directrices pour l'évaluation des exigences relatives au débit écologique nécessaire pour soutenir les pêches au Canada.

Ce cadre pour l'évaluation des exigences relatives au débit écologique nécessaire pour soutenir les pêches doit être accompagné d'un programme de surveillance bien conçu qui pourrait permettre le perfectionnement périodique de cette orientation sur les méthodes d'évaluation au moyen d'un processus de gestion adaptative.

ANALYSE

Terminologie

La science de la gestion du débit en vue de la gestion durable des écosystèmes naturels est complexe, tout comme le langage technique utilisé pour en décrire les concepts sous-jacents. La terminologie utilisée dans les textes sur l'évaluation des débits environnementaux varie et comprend des termes comme « besoins en débits des cours d'eau », « débits environnementaux » et « débits écologiques ». Afin d'assurer la clarté des obligations de gestion des pêches du MPO, certains des termes les plus couramment utilisés ont fait l'objet de discussions, et une définition consensuelle adaptée à la gestion des pêches a été incluse.

Pour obtenir une description plus détaillée des différents termes, incluant des références et des citations, voir le document de recherche ci-joint (Linnansaari *et al.* 2013).

Besoins en débits des cours d'eau – « La quantité d'eau nécessaire pour pourvoir, de façon adéquate, aux différentes fonctions d'un cours d'eau à l'intérieur de son chenal » (c.-à-d. pour les organismes aquatiques et les processus fluviaux).

Débit environnemental : « Le débit environnemental décrit la quantité, la qualité et les périodes des débits requis pour soutenir les écosystèmes d'eau douce, ainsi que les besoins de subsistance et le bien-être des humains qui dépendent de ces écosystèmes » (d'après la Déclaration de Brisbane 2007).

Besoins en débit écologique : « Les débits et les niveaux d'eau requis dans un plan d'eau pour soutenir les fonctions écologiques de la faune et de la flore ainsi que les processus d'habitat présents à l'intérieur et à la périphérie de ce plan d'eau ».

Le **débit de base** se définit en tant que « la partie des débits du cours d'eau qui est principalement attribuable au débit des eaux souterraines. Il n'est pas attribuable au ruissellement direct provenant des précipitations ou de la fonte des neiges ». Le débit de base est un terme hydrologique qui ne doit pas être confondu, ni se substituer aux recommandations de débit écologique visant à soutenir les pêches durables au Canada.

L'examen scientifique actuel a tenu compte de ces termes dans le contexte des responsabilités de gestion et réglementaires du MPO. Les aspects pertinents des termes mentionnés ci-dessus ont fait l'objet de discussions, et une nouvelle définition a été fournie afin d'orienter l'évaluation des débits écologiques nécessaires au soutien d'une pêche (récréative, commerciale ou autochtone), y compris les pêches potentielles futures. Par conséquent, les débits écologiques sont nécessaires afin de maintenir la structure et les fonctions d'un écosystème fluvial propice à ces pêches. L'importance de la structure et de la fonction de l'écosystème est expliquée pleinement dans cette définition; toutefois, une définition plus axée sur les pêches a été recherchée par les gestionnaires du MPO, et est fournie ci-dessous :

Débit écologique requis pour les pêches : « *Les régimes de débit et les niveaux d'eau requis pour maintenir les fonctions écologiques essentielles à la durabilité des pêches dans un plan d'eau donné et ses habitats* ».

Méthodes d'évaluation – application recommandée :

Les techniques d'évaluation des débits écologiques pour les pêches ont été divisées en quatre grandes catégories (les méthodes hydrologiques, hydrauliques, de simulation d'habitat et les approches holistiques) (tableau 1). Le document de recherche accompagnant ce rapport examine de manière exhaustive les avantages, les faiblesses et les utilisations suggérées de ces différentes méthodes (Linnansaari *et al.* 2013).

Les quatre catégories d'évaluation (méthodologique) générale sont très différentes l'une de l'autre en ce qui a trait à leur portée et aux coûts de mise en œuvre qui leur sont associés. Par conséquent, ces catégories permettent différents *niveaux* d'évaluation des débits écologiques pour les pêches. Il est important de noter que la majorité des méthodes d'évaluation ne sont pas appuyées par des relations solides entre l'étendue de la modification des débits et la réponse écologique dans toute la gamme des conditions écologiques. Toutes les méthodes d'évaluation peuvent offrir une solution technique pour la prise de décisions éclairées, mais aucune méthode d'évaluation unique ne peut être prescrite comme étant suffisante dans toutes les situations. Les méthodes et les approches holistiques (pour lesquelles une combinaison de méthodes peut être utilisée) sont de plus en plus courantes, surtout pour les projets de grande envergure, et sont similaires aux évaluations environnementales approfondies de grande envergure.

Les méthodologies d'évaluation des débits écologiques relatifs aux pêches doivent être cohérentes et compatibles avec les évaluations des écosystèmes de plus grande envergure pour permettre l'inclusion éventuelle de ces méthodes « holistiques » (p. ex. Ecological Limits of Hydrologic Alteration [ELOHA]). Veuillez consulter Linnansaari *et al.* 2013 pour obtenir une description complète de ces méthodologies, ainsi que d'autres méthodologies d'évaluation.

Tableau 1 : Sommaire des principales catégories de méthodologies pour l'évaluation des débits écologiques requis pour les pêches au Canada (d'après Linnansaari et al. *2013) :*

Catégorie de la méthode	Usage général	Échelle	Portée	Autres commentaires, y compris les utilisations suggérées :
Hydrologique	Examen des données historiques sur les débits en vue de déterminer les niveaux de débit qui se produisent naturellement dans une rivière et qui peuvent être considérés comme des seuils « sécuritaires » ou des seuils situés dans les limites des structures de variabilité naturelles lors de modification des débits.	Les rivières entières, applicable aux évaluations réalisées à une échelle régionale.	Basé principalement sur des données de débit.	Utile pour les situations où le risque potentiel de répercussions sur les ressources aquatiques est faible. Les techniques de régionalisation peuvent permettre le transfert de données des systèmes jaugés aux systèmes non jaugés. Une méthode utilisant un « pourcentage de débit » suppose la disponibilité de données provenant d'un système de référence jaugé. Les données peuvent être disponibles auprès d'Environnement Canada (HYDAT) pour être utilisées avec les méthodes hydrologiques.
Évaluation hydraulique	Examen des modifications d'une variable hydraulique, p. ex. le « périmètre mouillé », en fonction du débit. La modification de la variable étudiée est un indicateur de la quantité générale d'habitats du poisson dans une rivière.	Appliqué à un site d'étude ou à une partie de la rivière, l'extrapolation à l'ensemble de la rivière basé sur la supposition que des sites « représentatifs » sont disponibles. La méthodologie est propre aux rivières.	Basé sur les caractéristiques physiques (hydrauliques). Une certaine prise en compte des caractéristiques biologiques.	Les méthodes hydrauliques peuvent être utilisées efficacement pour valider les autres analyses statistiques (principalement pour les périodes de faible débit). Les relations hydrauliques peuvent bien fonctionner pour des sections particulières de cours d'eau propres au site (sur un éventail de débits). Cependant, ces relations peuvent varier (souvent de manière importante) entre les sites où les transects d'échantillonnage d'une même rivière (même les sites proches), ce qui nécessite de réaliser l'examen de plusieurs transects pour chaque partie de la rivière étudiée.
Modélisation de simulation de l'habitat	Examen des modifications dans la quantité d'habitats physiques basé sur des variables sélectionnées et des espèces ciblées, en fonction du débit.	Appliqué à un site d'étude (échelle micro) ou à une partie de la rivière (échelle meso), l'extrapolation à l'ensemble de la rivière basée sur la prémisses que des des « sites représentatifs sont disponibles ». Propre à la rivière.	Évaluation détaillée.	Plus représentatif de l'utilisation présumée de l'habitat (par espèce ou par guilde) que de la qualité réelle de l'habitat. Utile pour repérer les compromis dans l'habitat physique sur une gamme de débits. La qualité de l'habitat décrite à l'aide de cette méthode dépend de la taille de l'échantillon et des échelles spatiale et temporelle associées aux données recueillies. Le méso-habitat ou la modélisation statistique généralisée peuvent être utilisés pour réduire les coûts et les études sur le terrain associées à une modélisation de simulation de l'habitat plus complète. Pour que les méthodes de modélisation de simulation de l'habitat soient représentatives sur le plan biologique, les gestionnaires et les scientifiques de l'habitat habitués à utiliser ces méthodes et disposant d'une expérience de l'étude et de l'évaluation du débit minimal doivent participer à la planification, la collecte de données et l'analyse de la modélisation de simulation de l'habitat. Il faut généralement démontrer que les sites d'étude sélectionnés sont représentatifs de l'habitat et de l'hydraulique correspondant au secteur faisant l'objet de l'étude ou de la ressource halieutique d'intérêt.

Catégorie de la méthode	Usage général	Échelle	Portée	Autres commentaires, y compris les utilisations suggérées :
Approches de travail « holistiques »	Examen des débits basé sur des données de base multiples, notamment l'avis d'experts, menant à la formulation de recommandations de régimes de débits pour toutes les composantes de l'écosystème fluvial. Cela peut inclure une prise en compte des objectifs socio-économiques.	Les rivières entières, ce qui s'applique aux échelles régionales ou aux échelles propres à la rivière.	Souple.	Utile pour examiner la fonction globale de l'écosystème. À grande échelle, souvent comparable aux évaluations environnementales en matière de portée et de contenu. Ces méthodes sont souvent multidisciplinaires par nature et peuvent nécessiter le recours à des experts pour chaque élément ou composante fluviale évaluée. À ce titre, le fait de réaliser soi-même ces études dépasse la capacité de la plupart des gestionnaires des pêches.

Points forts et points faibles des différentes méthodologies :

Ces quatre catégories de méthodologies sont très différentes, que ce soit en raison de leur utilisation prévue ou des objectifs de gestion de la rivière ou du cours d'eau faisant l'objet de l'évaluation. En général, les méthodes hydrologique et hydraulique supposent qu'une réduction de la disponibilité de l'eau réduira également l'habitat physique disponible et entravera les fonctions de l'écosystème. Les techniques de simulation de l'habitat permettent d'évaluer une gamme de débits pour lesquels la structure et la fonction de l'écosystème peuvent être soutenues (y compris au-delà de cette gamme). En ce qui a trait aux approches holistiques, le régime de débit environnemental est conçu pour répondre à des objectifs de gestion; souvent, le régime de débit modifié s'apparente à la variabilité de l'hydrogramme naturel de l'écosystème fluvial faisant l'objet de l'évaluation. Les tableaux 2 à 5 résument les points forts et les points faibles de ces principales catégories d'évaluation afin de mieux orienter les praticiens lorsqu'ils les utilisent pour gérer les exigences relatives au débit écologique nécessaire pour soutenir les pêches.

Du point de vue de l'écosystème, les méthodes « holistiques » sont les plus complètes et les mieux adaptées à la prise en compte générale du vaste éventail d'espèces, ainsi que des relations et des processus écologiques. Toutefois, si l'on considère uniquement l'objectif de gestion des pêches, ces méthodes « holistiques » sont à ce point exhaustives qu'elles nécessitent souvent de grandes quantités de données qui peuvent ne pas être facilement disponibles, et pour lesquelles il faut consacrer énormément de temps et d'argent pour les recueillir et les interpréter. Par conséquent, les méthodes « holistiques » s'apparentent à une évaluation environnementale détaillée prenant en compte un vaste éventail de facteurs environnementaux. Bien que complètes dans leur évaluation et dans leur prise en compte d'un vaste éventail de facteurs environnementaux et socioéconomiques, les méthodes « holistiques » peuvent mieux s'appliquer à un examen environnemental détaillé, le cas échéant.

Tableau 2 : Sommaire des points forts et des points faibles généraux des méthodes hydrologiques (d'après Linnansaari et al. *2013).*

Points forts	Points faibles
Peuvent offrir un moyen simple, rapide et relativement peu coûteux d'illustrer les renseignements au sujet des différents seuils de débit.	Les écosystèmes fluviaux sont naturellement complexes; de ce fait, l'utilisation de statistiques hydrologiques simplifiées peut mener à des seuils ou à des recommandations de débit qui peuvent être trop simplistes et ne pas tenir compte des compromis en matière de ressources aquatiques sur une gamme de débits.
Peuvent ne pas nécessiter de travail supplémentaire sur le terrain et peuvent utiliser les données existantes (ou des indicateurs) sur le débit.	Non recommandée pour les études nécessitant un niveau élevé de détail ou de précision dans les limites prescrites.
Peuvent être utilisées dans les situations à « faible risque » (p. ex. lorsque le projet est situé en amont de cours d'eau abritant du poisson ou lorsque le risque perçu de nuire à l'habitat ou aux espèces apparaît comme étant faible).	Intégration limitée de données écologiques ce qui entraîne une grande incertitude sur les liens entre l'hydrologie et l'écologie avec des conséquences potentielles lors d'une éventuelle modification hydrologique. L'impossibilité de quantifier les compromis entre le débit et la réponse écologique.
Peuvent être utilisées en tant que point de référence ou seuil inférieur lorsque les besoins en matière d'habitat pour des fonctions écologiques précises, qui requièrent de plus hauts niveaux de débits, sont définis par d'autres méthodes.	Prescrire un « pourcentage d'un débit donné » standard peut mener à un régime de débits uniforme, stable (c.-à-d. constant), qui n'est pas typique de la variabilité naturelle du débit que l'on observe souvent dans la plupart des systèmes. Ces régimes de débits peuvent entraîner une dégradation biologique, la simplification des habitats et des communautés biologiques au fil du temps. Il convient de noter qu'une évolution s'est produite entre les définitions simples des seuils (c.-à-d. l'ampleur) et l'approche du « paradigme des débits naturel » dans lequel l'objectif de gestion est le maintien des nombreuses caractéristiques naturelles ou historiques de l'hydrogramme (amplitude, synchronisme, fréquence, durée, variabilité, etc.).

Tableau 3 : Sommaire des points forts et des points faibles généraux des méthodes d'évaluation hydraulique (d'après Linnansaari et al. *2013).*

Points forts	Points faibles
Nécessitent du travail sur le terrain et une collecte de données pour déduire des liens entre le débit et les variables hydrauliques précisées (p. ex. le périmètre mouillé, la profondeur, la vitesse moyenne).	Non recommandées en tant que méthode unique pour les études nécessitant un niveau élevé de détail ou qui présentent un risque écologique important.
Peuvent être utilisées pour les situations à « faible risque », lorsque les données relatives à la rivière ou au site évalué sont insuffisantes.	Difficiles à mettre en œuvre avec des transects représentatifs et dans les chenaux anastomosés. Difficile de définir les transects appropriés sur lesquels recueillir les données. Le nombre de transects utilisés doit être proportionnel à la diversité hydraulique de la rivière ou du site évalué, mais ne doit pas être inférieur à trois.
Peuvent être utilisées avec d'autres méthodes en tant que mesure de sécurité ou point de repère supplémentaire.	Critiquées pour leur manque de lien direct avec les processus écologiques et l'impossibilité de quantifier les compromis entre le débit et les conséquences écologiques. Ne conviennent pas à une utilisation, en tant que méthode unique, lors d'évaluation qui ont une grande incertitude quant aux liens entre l'hydrologie et l'écologie.
Peu coûteuses, mais propres aux rivières.	Peuvent mener à un régime de débit environnemental stable (c.-à-d. des recommandations de débit uniforme, « constant »), ce qui peut ensuite entraîner une dégradation au fil du temps. Déterminer les besoins en matière de débit, au cours d'une même année et entre les années, est essentiel pour le maintien des formes et des fonctions de la plupart des rivières; il convient d'être prudent lors du choix des indices hydrologiques appropriés.

Tableau 4. Sommaire des points forts et des points faibles généraux des méthodes de simulation de l'habitat (d'après Linnansaari et al. *2013).*

Points forts	Points faibles
Évaluation d'un aspect de l'écologie fluviale (c.-à-d. la quantité d'habitats) en fonction des variations du débit pour les espèces sélectionnées.	Travail sur le terrain et expertise considérables requis; demande beaucoup de temps et assez coûteuses.
Possibilité d'aborder des enjeux propres aux rivières dans des situations présentant un risque élevé.	Nombreuses hypothèses de modèle élaborées, pas toujours validées; l'incertitude n'est pas toujours communiquée formellement.
Possibilité d'offrir une meilleure estimation spatiale des répercussions potentielles du projet, comparativement aux méthodes hydrologiques ou hydrauliques.	L'utilisation erronée des résultats serait courante; une variation de la quantité d'habitats est souvent interprétée comme ayant une variation similaire sur l'abondance du poisson et les autres organismes ciblés. Bien qu'il y ait une relation, la variation est souvent propre à chaque rivière et à chaque partie de rivière, et la transférabilité est limitée.
Possibilité de fournir des estimations précises des régimes de débits requis pour maintenir l'intégrité physique de l'habitat dans des secteurs de rivière (c.-à-d. les surfaces mouillées, la profondeur, le débit et la vitesse du courant au sein de cette zone).	Peuvent entraîner des prescriptions uniformes et stables (« constantes ») de débits écologiques requis pour les pêches, car les modèles ne comprennent pas les besoins relatifs au régime de débits pour d'autres fonctions biologiques à l'exception des besoins relatifs à l'habitat, ou pour d'autres éléments fluviaux comme la qualité de l'eau, la géomorphologie fluviale et la connectivité.
La relation obtenue entre l'habitat et le débit peut être utilisée comme outil de négociation (c.-à-d. pour calculer les exigences en matière de compensation).	Critiquées en raison de l'absence de spécificité écologique et de l'incertitude de la relation entre l'habitat et l'abondance des espèces.

Tableau 5. Sommaire des points forts et des points faibles généraux des méthodes ou des approches « holistiques » (d'après Linnansaari et al. *2013).*

Points forts	Points faibles
Comprennent toutes les variables physiques, chimiques et biologiques examinées.	Peuvent exiger beaucoup de main-d'œuvre et de temps (p. ex., au moins de 3 à 5 ans) et être relativement coûteux. Exigent souvent une équipe interdisciplinaire pour recueillir et analyser tous les renseignements requis.
Les prescriptions relatives à l'altération du débit reposent sur des facteurs écologiques.	Recours à l'opinion d'experts pour certains éléments des méthodes « holistiques », bien que cela représente un point fort pour certains. Bien conçus, ils peuvent quantifier les compromis en matière d'évaluation de scénarios de gestion alternatifs.
Possibilité d'utiliser des sources multiples, y compris d'autres méthodes d'évaluation.	Favorisent le consensus dans le cadre d'un processus à facettes multiples qui peut être plus coûteux ou plus exigentes en temps; toutefois, lorsqu'on s'entend, il s'agit d'une caractéristique qui ajoute de la crédibilité aux études et au processus général.
Chaque élément supplémentaire inclus dans l'analyse ajoute des renseignements supplémentaires et favorise une meilleure compréhension.	Chaque élément supplémentaire inclus dans l'analyse accroît l'incertitude.

Cadre d'évaluation des exigences relatives au débit écologique nécessaire pour soutenir les pêches au Canada :

La science soutient que les régimes des débits naturel sont essentiels pour assurer la durabilité des pêches ainsi que la structure et la fonction des écosystèmes dont elles dépendent.

La probabilité de répercussions sur les écosystèmes fluviaux, et ultérieurement sur les pêches qui en dépendent, augmente à mesure que le régime naturel des débits est modifié. Dans le cas des rivières et des cours d'eau canadiens, les experts s'entendent pour dire que les modifications cumulatives du débit d'une amplitude inférieure à +/- 10 % au débit réel (instantané) d'une rivière en fonction d'un « régime naturel des débits » présentent une faible probabilité de répercussions négatives détectables sur les écosystèmes, y compris ceux dont dépendent les pêches commerciales, récréatives ou autochtones (voir la figure 2). Cette évaluation des modifications aux régimes des débits doit être envisagée de manière cumulative et non pas seulement projet par projet. Dans le cas des pêches dans les écosystèmes faisant l'objet de prélèvements ou d'ajouts cumulatifs d'eau supérieurs à 10 % du débit instantané, une évaluation rigoureuse est requise afin d'évaluer les répercussions possibles sur la structure et la fonction de l'écosystème dont dépendent ces pêches.

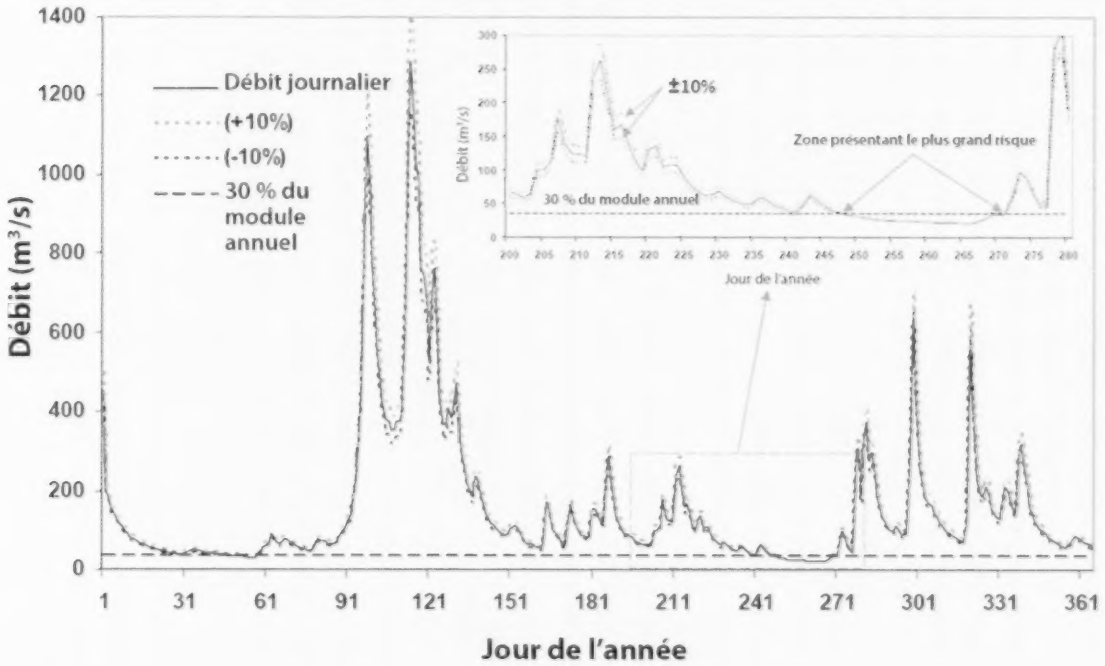

Figure 2 : Représentation graphique de +/- 10 % du débit instantané et de 30 % du débit moyen annuel. Pour consulter l'examen détaillé de la zone présentant le plus grand risque, voir la figure 3. - (Gracieuseté de D. Caissie 2012)

En outre, les participants à l'atelier ont convenu que les modifications cumulatives du débit qui entraînent des débits instantanés inférieurs à 30 % du débit moyen annuel présentent un risque accru de répercussions sur les écosystèmes dont dépendent les pêches (voir « zone présentant le plus grand risque » à la figure 3). Le débit moyen annuel est un indicateur hydrologique relativement robuste qui est étroitement lié à la taille du bassin versant à l'échelle régionale. Ainsi, il constitue un indicateur ou un paramètre pouvant être utilisé dans les bassins versants dont la fiche hydrologique ne comporte pas assez de données. Par conséquent, dans les cas où l'utilisation cumulative de l'eau réduit le débit de la rivière à moins de 30 % du débit moyen annuel, une évaluation rigoureuse devrait être requise afin d'évaluer les répercussions possibles sur les fonctions de l'écosystème dont dépendent les pêches, y compris la détermination de mesures d'atténuation. Pendant les périodes de faible débit (c.-à-d. les sécheresses, les débits historiquement faibles, etc.), un « seuil » est intégré à la prescription générale devant être appliquée pendant ces périodes critiques de faible débit et peut servir à conserver et à protéger les pêches. On reconnaît généralement qu'une telle limite peut protéger la structure et la fonction des écosystèmes fluviaux dont dépendent les pêches. Certaines instances au Canada et ailleurs ont mis en place des méthodologies visant à préciser cette limite, par exemple, la « Alberta Desktop Method » (gouvernement de l'Alberta).

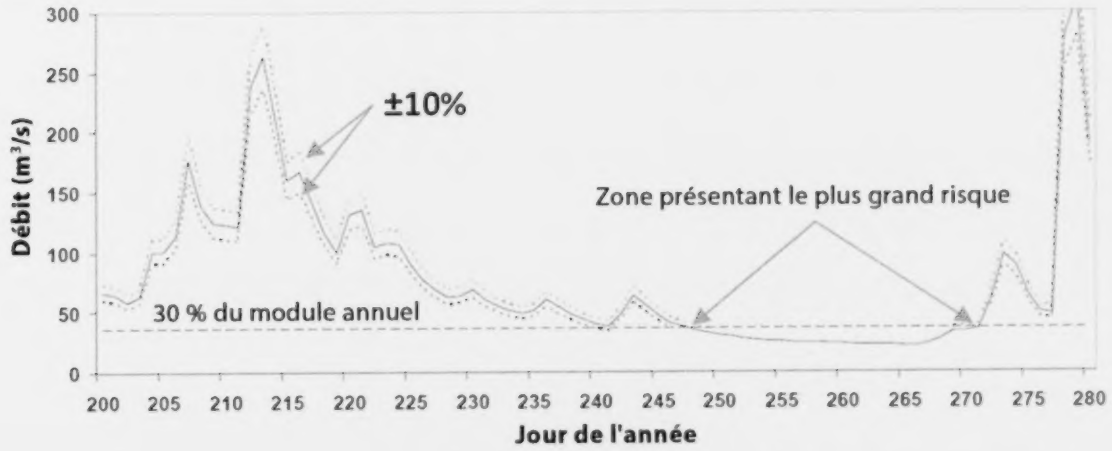

Figure 2 : Représentation graphique détaillée de la zone présentant le plus grand risque, exprimée en fonction des débits instantanés inférieurs à 30 % du débit moyen annuel pour la rivière ou le cours d'eau évalué.
(Gracieuseté de D. Caissie 2012)

Ces lignes directrices ou ces critères de gestion du débit dépendent grandement de l'existence de données hydrométriques à long terme ou de simulations hydrologiques défendables. Compte tenu de l'incertitude inhérente à l'ensemble des méthodes d'évaluation décrites et du rôle important d'autres paramètres covariants (p. ex. la température de l'eau), on recommande l'utilisation d'un processus de gestion adaptatif reposant sur la science comprenant la surveillance antérieure et postérieure au projet. Les programmes de gestion adaptative permettront également d'améliorer l'élaboration de politiques liées aux débits écologiques en matière de protection des pêches à long terme.

Afin de fournir une base d'évaluation solide sur le plan statistique, on recommande d'utiliser un minimum de 20 ans de données relatives au débit des rivières afin d'établir le « régime naturel des débits ». On peut obtenir les données permettant d'établir le « régime naturel des débits » par l'intermédiaire de deux scénarios. Dans le cas d'écosystèmes où l'utilisation cumulative de l'eau est très faible avant la réalisation du projet proposé (**état inchangé,** c.-à-d. avant le projet) et pour lesquels on dispose de données sur le débit, on peut réaliser l'analyse directement au

moyen des données réelles enregistrées. Par contre, là où l'utilisation cumulative de l'eau ou l'altération du débit est importante, le débit des rivières devrait être « naturalisé » afin d'établir le « régime naturel des débits » aux fins d'évaluation. Dans le cas des scénarios pour lesquels ces données n'existent pas, on peut utiliser des données synthétisées (c.-à-d. modélisées) sur le débit à cette fin. Toutefois, pour ce faire, il est important d'étalonner et de valider les résultats modélisés.

CONCLUSIONS ET AVIS

1. Étant donné que la science qui entoure les exigences relatives au débit écologique nécessaire pour soutenir les pêches est nouvelle, des recherches supplémentaires sur les relations entre les modifications au débit et la réponse de l'écosystème doivent être menées. Des recherches menées à l'échelle nationale et internationale devraient être ajoutées au besoin. On doit mener des recherches supplémentaires à cet égard.
2. Il existe un besoin urgent en matière de recherche sur l'intégration des différents éléments d'évaluation (tant physiques que biologiques et écologiques), et ce besoin représentera un progrès positif important lorsque de tels modèles seront élaborés. Pêches et Océans Canada (et d'autres ministères du gouvernement fédéral ayant des programmes de recherche connexes) devrait appuyer ces efforts, au besoin.
3. On doit réaliser un examen technique plus détaillé sur l'efficacité des seuils recommandés à l'échelle de l'éventail de systèmes de rivières et de cours d'eau au Canada. Afin d'accroître la certitude relative à l'application de la gestion, on devrait mettre à l'essai et surveiller les seuils recommandés dans le présent rapport (c.-à-d. +/- 10 % du débit instantané; 30 % du débit moyen annuel) dans un éventail de rivières représentatives au Canada.
4. Afin d'accroître l'expertise au sein du Ministère, la formation supplémentaire sur ces méthodes d'évaluation et le réseautage avec des chercheurs et des praticiens sont recommandés.
5. Afin d'accroître la compréhension des promoteurs de projets et de réduire le risque de problèmes éventuels, on encourage l'engagement précoce et continu des gestionnaires et des scientifiques dans le cadre de l'évaluation des débits écologiques pour soutenir les pêches.
6. On recommande de rédiger un document de synthèse exhaustif relatif au contexte canadien au sujet des besoins en renseignements pour l'évaluation des débits écologiques pour soutenir les pêches. À cette fin et entre-temps, il existe plusieurs documents sources exhaustifs, tous acceptables sur le plan scientifique.
    a. *Instream Flows for Riverine Resource Stewardship* (édition révisé, Instream Flow Council 2004)
    b. Environmental Flow Assessments for Rivers : Manual for the Building Block Methodology (édition augmentée, Water Research Commission 2008).
    c. «Table of Concordance for Clean Energy Projects". British Columbia Ministry of Forests, Lands and Natural Resources; Ecosystems; Regional Operations, South Coast. Working draft. December 2010 (S. Babakaiff communication personnelle)
    d. *A Desk-top Method for Establishing Environmental Flows in Alberta Rivers and Streams*. Allan Locke et Andrew Paul. Alberta Environment et Alberta Sustainable Resource Development (avril 2011).

7. Élaborer une liste de contrôle utilisée par les évaluateurs dans le cadre de l'examen de rapports proposant des modifications du débit (c.-à-d. pour veiller à ce que les données aient été validées, recueillies et analysées correctement).

AUTRES CONSIDÉRATIONS

On estime que le débit fluvial est la « principale variable » qui met en relation de nombreuses fonctions écologiques importantes et la fonction globale de l'écosystème. Ces fonctions comprennent (sans toutefois s'y limiter) l'hydrologie, la biologie, la géomorphologie, la connectivité (y compris l'incidence des eaux souterraines) et la qualité de l'eau. Ces éléments de la structure et de la fonction fluviale sont tout aussi importants et inter reliés (dépendants), et on ne devrait pas les examiner séparément.

L'avis et les recommandations scientifiques figurant dans le présent rapport s'appliquent tout particulièrement à l'évaluation du débit en vue d'assurer la durabilité des pêches commerciales, récréatives ou autochtones au Canada. Toutefois, on ne devrait pas examiner les exigences relatives au débit écologique nécessaire pour les pêches indépendamment d'autres variables liées au débit (p. ex., la température, les gaz dissous, les nutriments, le pH, etc.). Ainsi, un cadre d'évaluation plus exhaustif des rivières est nécessaire. D'autres travaux scientifiques devraient être axés sur la température de l'eau (tout au long de l'année) de la même manière que les exigences relatives au débit écologique nécessaire pour soutenir les pêches, y compris un examen des relations entre la température et la réponse écologique en fonction d'un gradient de modification du débit.

On recommande d'étalonner et de valider tout modèle utilisé dans le cadre de l'évaluation des débits écologiques requis pour les pêches pour la rivière ou le cours d'eau précis visé par l'examen. Il est toutefois important de noter que les données utilisées pour créer et étalonner ces modèles ne peuvent pas être utilisées pour « valider » le modèle. Ainsi, pour valider le modèle de manière convenable, on doit recueillir des données de terrain supplémentaires ou nouvelles relatives à la rivière visée par l'évaluation. De même, on encourage vivement l'élaboration d'approches régionales validées en fonction de chaque région.

On recommande de rédiger un document technique afin de guider l'établissement de conditions de « débit naturel » à partir desquelles on peut évaluer les répercussions de la modification du débit. Ces conseils techniques devraient comprendre la prise en compte de la transférabilité des données des stations hydrométriques aux stations non calibrées, par l'intermédiaire de techniques statistiques, de modèles de ruissellement des eaux de pluie, ou d'autres approches tirant parti de données météorologiques locales à titre de sources de données, et reposer sur des données hydrologiques recueillies de manière continue pendant au moins 20 ans. *Remarque* : les gestionnaires et les praticiens devraient noter que les conseils techniques sont disponibles pour certaines administrations au Canada. D'autres conseils figurent à l'annexe 1 du présent rapport.

Recherche et gestion au travers des différentes juridictions et disciplines

Comme on l'indique dans le corps du présent rapport, les réponses de l'écosystème à l'égard des modifications aux exigences relatives au débit écologique nécessaire pour soutenir les pêches sont complexes, et il n'est pas toujours facile de les discerner. Ces écosystèmes complexes présentent un défi en matière de gestion, car notre capacité à prévoir les résultats est limitée, ce qui peut menacer le maintien des pêches commerciales, récréatives ou autochtones. En outre, les écosystèmes fluviaux dont dépendent les pêches commerciales, récréatives ou autochtones sont gérés par différentes administrations (fédérales, provinciales, territoriales, municipales), souvent sans coordination entre elles.

Les différentes autorités de gestion à l'échelle des administrations peuvent utiliser un éventail de méthodes de collecte et d'analyse des données de surveillance. Il en résulte finalement que de nombreux programmes différents tentent de mesurer la même chose – la réponse des pêches aux répercussions cumulatives, y compris les modifications des débits écologiques – tirant toutefois des conclusions différentes.

Afin de mieux veiller au maintien des pêches commerciales, récréatives ou autochtones qui dépendent de ces écosystèmes fluviaux, on doit améliorer l'étude des relations biophysiques, ce qui inclut d'améliorer la rigueur de la surveillance et de l'évaluation. Un partenariat intergouvernemental[1] pourrait contribuer à améliorer la compréhension des liens entre la réponse des pêches, les modifications des débits écologiques et les autres agents de stress environnementaux. La mise en œuvre à grande échelle de programmes de recherche et de surveillance conçus séparément risque d'être trop coûteuse, et ces programmes seront probablement incapables d'établir clairement la différence entre les répercussions environnementales cumulatives. Par ailleurs, des approches normalisées facilement mises en œuvre pourraient offrir une prise en compte peu approfondie des détails techniques. Toutefois, une chaire de recherche et un comité de supervision multidisciplinaire et intergouvernemental pourraient concevoir des programmes de recherche et de surveillance permettant de répondre à des questions de gestion assez spécialisées et défendables sur le plan scientifique et s'attaquer aux répercussions cumulatives, tout en demeurant pratiques et rentables sur le plan de la mise en œuvre. Un tel partenariat maximiserait la capacité de détecter des réponses à l'échelle de l'écosystème et d'isoler la cause de la modification du débit, ainsi que les répercussions résultantes sur les pêches commerciales, récréatives ou autochtones. Un tel programme normalisé devrait comprendre la collecte et le stockage centralisé des données, ainsi que l'analyse et l'interprétation des résultats aux fins de gestion.

On recommande la formation d'un tel partenariat afin de régler ces problèmes intergouvernementaux. Un comité de supervision multidisciplinaire composé de ces groupes pourrait veiller à ce que les produits des chercheurs soient mieux harmonisés afin de permettre une prise de décisions éclairées relatives aux pêches et aux eaux dont dépendent ces pêches. Un tel partenariat garantirait la plus grande intégrité scientifique, y compris l'examen par les pairs et la publication, tout en étant guidé par les observations de l'ensemble des partenaires pour la conception des programmes.

Mises en garde à l'égard du présent rapport :

Le présent rapport ne tient pas compte de certains écosystèmes fluviaux : les rivières et cours d'eau intermittents, saisonniers et éphémères sont ceux qui, dans des conditions naturelles, n'ont pas un débit continu tout au long de l'année. Quoique de tels systèmes puissent offrir une structure et des fonctions d'écosystème nécessaires aux pêches, la prescription de débits écologiques pour ces écosystèmes pourrait être très différente de celle des rivières et des cours d'eau permanents de plus grande taille (ceux dont le débit est continu). Les contributions écologiques des cours d'eau intermittents, saisonniers et éphémères à l'égard des pêches ne s'appliqueraient qu'à ces écosystèmes particuliers propres au site. En général, étant donné que l'on conçoit les approches relatives au débit écologique ou environnemental en supposant que la rivière possède un débit en tout temps, il n'est pas nécessairement recommandé d'appliquer directement les conseils figurant dans le présent rapport aux rivières et aux cours d'eau intermittents, saisonniers ou éphémères. Des recherches supplémentaires sont indispensables

[1] Un tel partenariat pourrait comprendre des participants intéressés au sein des gouvernements (fédéral, provinciaux, autochtones, Premières Nations et Métis, municipaux), des chercheurs, le milieu universitaire, l'industrie, des organisations de gestion des bassins hydrographiques, des organisations environnementales, etc. Cette liste n'est pas exhaustive et ne vise qu'à illustrer la collaboration entre les décideurs et les autres parties concernées.

pour mieux décrire les relations biophysiques de ces écosystèmes avec leurs pêches respectives, par rapport à ces rivières et cours d'eau précis.

Finalement, le problème de la « demande hydroélectrique de pointe » et de la « variation du débit » aux installations hydroélectriques n'a pas été abordé précisément dans le cadre du présent processus d'avis scientifique; ainsi, le présent rapport ne tient pas compte de ce problème. La demande hydroélectrique de pointe est caractérisée par une variation rapide du débit afin de répondre à la demande hydroélectrique de pointe, modifiant ainsi les caractéristiques hydrologiques et hydrauliques du débit en aval (y compris l'amplitude, la durée, la période, le taux de variation et la fréquence de la variation du débit). En outre, le présent rapport ne tient pas compte de la variation du débit et du niveau de la rivière. Nous remarquons que les principes écologiques de base (c.-à-d. le « paradigme des débits naturel ») et les méthodes présentées dans le rapport s'appliquent tout de même à ces projets. Toutefois, ces situations sont très complexes tant sur le plan écologique que sur le plan économique, et les problèmes connexes sont généralement propres à chaque situation. À ce titre, comme les besoins de l'étude et les occasions de gestion sont uniques, ils dépassent la portée du présent document, et on ne peut s'y attarder de manière convenable.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion d'examen national par les pairs portant sur une approche normalisé d'évaluation des besoins en débits des cours d'eau au Canada qui s'est tenue du 6 au 8 mai 2012. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée lorsqu'elle sera disponible sur le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO.

Linnansaari, T., Monk, W.A., Baird, D.J. et Curry, R.A. 2013. Review of approaches and methods to assess Environmental Flows across Canada and internationally. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/039. viii + 74 p.

ANNEXE 1 :

Détermination des répercussions de la modification du débit sur les pêches : orientation technique nationale

a) Les modifications cumulatives du débit d'une amplitude inférieure à 10 % du débit réel (instantané) d'une rivière en fonction d'un « régime naturel des débits » présentent une faible probabilité de répercussions détectables sur les écosystèmes dont dépendent les pêches commerciales, récréatives ou autochtones.

b) Les modifications cumulatives du débit qui entraînent des débits instantanés inférieurs à 30 % du débit moyen annuel présentent un risque accru de répercussions sur les pêches.

c) Pour une utilisation cumulative de l'eau supérieure de 10 % au débit instantané ou entraînant des débits inférieurs à 30 % du débit moyen annuel, il est recommandé d'évaluer avec plus de rigueur les répercussions potentielles sur les fonctions de l'écosystème dont dépendent les pêches.

* Pour obtenir de plus amples renseignements, consulter le corps du présent avis scientifique.

Définition du terme « débit instantané » :

Le débit instantané fait référence au débit réel d'une rivière ou d'un cours d'eau à tout moment. Pour certains projets, aux fins d'analyse, il peut être nécessaire de connaître le débit instantané plutôt que les débits quotidiens ou hebdomadaires.

Données sur le débit :

a) Dans le cas des situations/des sites où les données sur le débit sont disponibles, on devrait utiliser les débits quotidiens et hebdomadaires moyens recueillis sur une période supérieure à 20 ans pour l'analyse du débit minimal.

b) Dans le cas des situations/des sites où les données sur le débit ne sont pas disponibles, on recommande l'utilisation de données synthétisées (c.-à-d. modélisées) sur le débit. On peut calculer ces données au prorata (généralement par transfert des renseignements des stations hydrométriques proximales) ou les simuler à l'aide d'un modèle hydrologique. Pour les besoins de la présente analyse, on devrait utiliser des données synthétiques pour une période supérieure à 20 ans (calculées au prorata ou simulées). Par ordre de préférence, et en fonction des renseignements disponibles, on devrait synthétiser ces données à partir des lieux suivants :

   i) une autre station hydrométrique située sur le même tronçon de rivière ou de cours d'eau (données calculées soit au prorata ou simulées).

   ii) une autre station hydrométrique située dans le même bassin hydrographique qui sert de valeur approximative pour le site où on propose une modification du débit (données calculées soit au prorata ou simulées).

   iii) une autre station hydrométrique située près du site visé par l'étude; on pourrait utiliser des données calculées soit au prorata ou simulées comme valeurs approximatives pour le site où l'on propose une modification du débit. Toutefois, on doit démontrer que les données transférées représentent les conditions de débit (débits élevés, moyens et particulièrement faibles) au site visé par l'étude.

   iv) Lorsqu'il devient impossible de transférer les données hydrométriques (p. ex., le site est trop éloigné ou de taille différente), les études sur le débit minimal devront probablement reposer sur des études hydrographiques régionales (c.-à-d. régression de nombreux sites représentant les caractéristiques du débit (p. ex., étude régionale sur le faible débit, etc.).

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Téléphone : 613-990-0293
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2013

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2013. Cadre d'évaluation des exigences relatives au débit écologique nécessaire pour soutenir les pêches au Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis. sci. 2013/017.

Also available in English:

DFO. 2013. Framework for Assessing the Ecological Flow Requirements to Support Fisheries in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2013/017.